
DE L'INTRODUCTION DIADERMIQUE
DES
MÉDICAMENTS SOUS TENSION ÉLECTRIQUE

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 21 Juin 1895

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

GEORGES SAVY

Né le 9 Juin 1869, à Saintes (Charente-Inférieure)



LYON

ALEXANDRE REY, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

4, RUE GENTIL, 4

Juin 1895

DE L'INTRODUCTION DIADERMIQUE

DES

MÉDICAMENTS SOUS TENSION ÉLECTRIQUE

THÈSE

PRÉSENTÉE

A LA FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE LYON

Et soutenue publiquement le 21 Juin 1895

POUR OBTENIR LE GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE

PAR

GEORGES SAVY

Né le 9 Juin 1869, à Saintes (Charente-Inférieure)



LYON

ALEXANDRE REY, IMPRIMEUR DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE

4, RUE GENTIL, 4

Juin 1895

PERSONNEL DE LA FACULTÉ

MM. LORTET. Doyen.
LÉPINE. Assesseur.

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. DESGRANGES, PAULET, BOUGHACOURT, CHAUVEAU, BERNÉ.

PROFESSEURS

Cliniques médicales.	{ MM. LÉPINE.
Cliniques chirurgicales.	{ BONDET.
Clinique obstétricale et Accouchements.	OLLIER.
Clinique ophtalmologique.	PONCET.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	FOCHIER.
Clinique des maladies mentales.	GAYET.
Physique médicale.	GAILLETON.
Chimie médicale et pharmaceutique.	PIERRET.
Chimie organique et Toxicologie.	MONOYER.
Matière médicale et Botanique	HUGOUNENQ
Zoologie et Anatomie comparée.	CAZENEUVE.
Anatomie.	FLORENCE
Anatomie générale et Histologie.	LORTET.
Physiologie.	TESTUT.
Pathologie interne.	RENAUT.
Pathologie externe.	MORAT.
Pathologie et Thérapeutique générales.	TEISSIER.
Anatomie pathologique.	AUGAGNEUR.
Médecine opératoire.	MAYET.
Médecine expérimentale et comparée.	TRIPPIER
Médecine légale.	POLLOSSON (MAURICE)
Hygiène.	ARLOING.
Thérapeutique.	LACASSAGNE.
Pharmacie.	BARD.
	SOULIER.
	CROLAS.

PROFESSEUR ADJOINT

Clinique des Maladies des Femmes. LAROYENNE.

CHARGÉS DE COURS COMPLÉMENTAIRES

Clinique des Maladies des Enfants MM. WEILL, agrégé.
Accouchements. POLLOSSON (Aug.) —
Botanique. BEAUVISAGE. —

AGRÉGÉS

MM. BEAUVISAGE.	MM. DIDELOT.	MM. POLLOSSON (Aug.)	MM. ROUX.
CONDAMIN.	GANGOLPHE.	ROCHET.	WEILL.
COURMONT.	JABOULAY.	RODET.	BARRAL et MOREAU
DEROIDE.	LANNOIS.	ROLLET (ÉTIENNE)	chargés des fonctions d'agrégé
DEVIC	PERRET.	ROQUE.	

M. ÉTIEVANT, Secrétaire

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. SOULIER, Président; M. CROLAS, Assesseur; MM. DEVIC et POLLOSSON (A.), Agrégés.

La Faculté de médecine de Lyon déclare que les opinions émises dans les Dissertations qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner ni approbation ni improbation.

MEIS ET AMICIS

PRÉFACE

Au dernier congrès de médecine interne, tenu à Lyon, en 1894, une seule et même question fut résolue dans deux sens diamétralement opposés par les orateurs inscrits.

Est-il possible d'introduire des médicaments dans l'organisme à l'aide du courant continu ?

Sur ce point, M. Labatut de Grenoble et M. Destot de Lyon étaient d'accord et apportaient des faits péremptoires contre la théorie ancienne de Gübler.

Ces médicaments passent-ils également aux deux pôles, suivant leurs affinités physico-chimiques ?

L'un disait oui, l'autre disait non.

Il nous a semblé intéressant de prendre pour sujet de notre thèse inaugurale ce point contesté de l'absorption

cutanée, et d'essayer, par une suite d'expériences, de fixer le principe même qui régit l'entrée des médicaments sous tension électrique dans l'organisme humain.

M. le professeur Soulier a bien voulu accepter la présidence de notre thèse. Nous ressentons vivement le grand honneur qu'il nous fait, et sommes heureux de trouver une occasion de lui dire publiquement quel bon souvenir nous emportons de son enseignement à la Faculté.

Nous adressons l'expression de notre profonde gratitude à M. le professeur Lépine, l'éminent maître qui a si gracieusement mis à notre disposition son laboratoire pour faciliter nos recherches.

A M. le Dr Destot, qui nous a inspiré ce travail, nous adressons nos plus vifs remerciements : c'est à lui que revient la meilleure part de ce travail ; grâce à lui nous avons pu constituer toute une série d'expériences, auxquelles il a même bien voulu se prêter comme sujet. Il ne nous a ménagé ni ses conseils ni sa peine, et a toujours répondu à nos questions avec la plus grande bienveillance. Nous serions fier qu'il nous permît de joindre le mot d'affection à celui de reconnaissance.

A M. le professeur Crolas, dont la bienveillance et l'aménité sont toujours prêtes à se manifester ;

A M. le professeur agrégé Devic ;

A M. le professeur agrégé Jaboulay ;

A M. le professeur agrégé A. Pollosson ;

A M. le professeur agrégé Gangolphe ;
nous adressons nos plus vifs remerciements ; qu'ils
veillent croire qu'ils ne sont pas dictés par une banale
formule de thèse, mais qu'ils sont l'expression de notre
profonde gratitude pour les conseils éclairés, les leçons
magistrales, les encouragements, enfin pour tous les bien-
faits que nous avons reçus d'eux, trésors de leur grand
esprit et de leur grand cœur.

DE L'INTRODUCTION DIADERMIQUE

DES

MÉDICAMENTS SOUS TENSION ÉLECTRIQUE

CHAPITRE PREMIER

Définition du sujet et historique.

La question que nous abordons aujourd'hui n'est certes pas neuve; et l'idée de profiter de l'électricité pour faire pénétrer dans l'organisme les différents médicaments devait naître dans l'esprit des médecins et des physiciens, alors que la découverte des piles, de l'électro-chimie et de ses lois ouvrait un vaste champ à tout esprit curieux : Galvani, Nobili, Matucci, Ritter, Faraday, Becquerel, Remak, pour ne citer que les plus illustres expérimentateurs, avaient immédiatement profité de la découverte de la pile pour étudier le courant continu et montrer ses lois.

Si les physiciens se sont occupés des corps inanimés, des métalloïdes, des métaux et de leurs sels, poursuivant activement leur tâche et marquant chaque jour de leurs découvertes nouvelles, en revanche, les médecins se heurtaient à des difficultés sans nombre, ne pouvant asservir

à une formule mathématique cette force insaisissable qui s'appelle la vie.

Lorsqu'on lit dans R. Remak les luttes qu'il eut à soutenir contre les médecins et les physiciens, sa controverse avec Duchenne de Boulogne, si l'on songe à la défiance où il fut si longtemps tenu, on voit combien le dogmatisme outré, l'esprit d'école peuvent créer d'obstacles à l'accomplissement d'une tâche déjà ingrate.

C'est à Fabré-Palaprat que revient l'honneur d'avoir pensé le premier à utiliser la force qui venait d'être découverte, pour faire pénétrer dans l'organisme certains principes actifs.

Cette idée inspire les travaux de Remak, de von Bruns, de von Wittich, de Du Bois-Reymond, de Münck qui vinrent apporter des faits précis : l'idée primitivement émise se vit de jour en jour confirmée.

Au lieu d'entrer ici dans un historique touffu où les opinions se croisent et se contredisent, où les faits admis par les uns sont niés par les autres, nous avons préféré réunir sous plusieurs chefs les différentes théories et grouper les combattants autour de leur drapeau.

La question qui nous occupe n'est qu'un chapitre détaché de la physiologie de la peau, et l'on sait combien cette question des fonctions de la peau a été controversée.

Sans nous attarder ici à un débat stérile, on peut dire qu'aujourd'hui il est absolument démontré que la peau peut absorber différents produits. Malgré l'opinion de Gübler et les différentes expériences entreprises sous son inspiration, on peut dire que les expériences d'Unna, de Juhl, de Preissnitz, du professeur Bourget de Lausanne, de Ruel de Genève, de Destot, de Linossier et Lannois ont

établi que *l'absorption cutanée est un fait indéniable* : pour l'acide salicylique, MM. Juhl et Unna ont démontré qu'il pénétrait facilement dans l'organisme à travers la peau, qu'on pouvait le doser (Bourget¹), qu'il entraînait réellement au point d'application puisqu'il pouvait entraîner des sels de lithine (Destot²) déposés dans la peau, et que l'on pouvait enfin attribuer son passage, soit à une action kératolytique propre, soit plutôt à sa propriété d'émettre des vapeurs à basse température, lui permettant de pénétrer ainsi sans contact direct³ (Lannois et Linossier, *Société de biologie*, avril 1895).

Faut-il rappeler les expériences faites sur les sels de mercure, qui, malgré l'opinion accréditée par Mergey, ont été retrouvés dans les urines et passent bien *in situ* et ne pas seulement par les voies respiratoires⁴ ?

Pour le gayacol, Guinard, Linossier et Lannois ont démontré son absorption.

Enfin pour l'iodure de potassium, Preissnitz a fait des expériences démontrant son absorption.

Il est donc certain que la peau, organe de sécrétion et d'excrétion à l'état normal, peut, dans certains cas déterminés, devenir organe d'absorption pour certaines substances qui semblent toutes se rapporter à l'axiome cité par le professeur Soulier dans son *Traité de thérapeu-*

¹ *Revue de la Suisse Romande*, 1893.

² Société des Sciences de Lyon, novembre et décembre 1894, mars 1895.

³ Lannois et Linossier, *Société de biologie*, avril 1895.

⁴ Lépine, *Semaine médicale*, 1895. Jullien, *Société thérapeutique*, 1894.

tique : « Corpora non agunt nisi evaporata », que l'on ne peut guère invoquer les érosions cutanées produites par une friction et les entrées artificielles créées, mais que l'absorption semble plutôt avoir lieu au niveau des glandes et des poils, et être en rapport avec le nombre de ces derniers.

Le principe général étant nettement établi et le terrain déblayé, est-il possible d'user de la tension électrique pour faire pénétrer des corps qui normalement ne pénètrent pas ?

D'après les documents que nous allons brièvement exposer, le fait est certain. Mais comment pénètrent ces corps, en vertu de quelle loi ? s'agit-il d'un fait purement physique rentrant dans les lois générales de l'électrochimie, obéissant aux règles magistralement posées par Faraday, ou se déviant du type de l'électrolyse normale pour entrer dans les faits signalés par d'Almeida et Hittorff (*Annales de Poggendorff*, 1853) sous le nom d'électrolyse anormale ? ou s'agit-il d'un phénomène plus complexe, comprenant les phénomènes physiologiques décrits par E. Remak sous le nom de catalyse, en même temps que d'un transport dans le sens du courant, connu sous le nom de cataphorèse ?

C'est là précisément le point que nous avons en vue dans notre thèse. Mais avant d'entrer dans le détail de nos expériences, avant de grouper les différents travaux antérieurs au nôtre, il importe de bien être fixé sur les processus différents que nous venons de rappeler et qui se résument en deux mots : l'électrolyse et la cataphorèse.

En dehors de ces deux processus il en est un troisième, la bi-électrolyse découverte et décrite par M. Foveau

(de Courmelles, Côte-d'Or) et qui est basé sur une double décomposition que nous aurons à examiner plus tard.

Si dans un vase contenant du sulfate du cuivre on vient à plonger les pôles $+$ et $-$ d'une pile, le cuivre se porte au pôle négatif, l'acide sulfurique au pôle positif : le sel est donc décomposé en ses deux éléments fondamentaux. On appelle *ion* la molécule électrolytique : Celle qui se porte au pôle positif, ou *anode*, porte le nom d'*anion*, c'est l'acide ; l'autre au pôle négatif, *cathode*, porte le nom de *cathion*, c'est la base, ici le cuivre. De même, puisque les corps de valeur électrique contraire s'attirent, les corps qui se rendent au pôle positif sont électro-négatifs, les corps qui vont au contraire au pôle négatif sont électro-positifs : telle est la base de la classification prise par Faraday. La molécule cuivre est donc un *cathion*, et par suite électro-positive et inversement l'acide est un *anion*, électro-négatif. D'une façon générale, les acides et les métalloïdes sont des *anions*, les métaux, au contraire, des *cathions*.

Les lois, suivant lesquelles les corps se décomposent, ont été bien posées par Faraday, et les poids des produits de décomposition électrolytique sont proportionnels :

- 1° A l'intensité du courant ;
- 2° A la durée de l'électrolyse ;
- 3° A leurs équivalents chimiques.

Quelquefois cette troisième proposition n'est pas absolue et l'on observe l'électrolyse anormale (d'Almeida et Hittorff).

« On prend trois capsules de porcelaine communiquant ensemble au moyen de tubes de verre remplis d'argile

humide. Plaçons dans les deux vases extrêmes de l'eau et dans celui du milieu une solution de chlorure de sodium; en faisant communiquer les deux dernières, chacune avec l'un des pôles d'une pile à auges de trente éléments, le chlore se montre aussitôt au pôle positif et la soude au pôle négatif. La décomposition a donc eu lieu, bien que les lames décomposantes ne soient pas en contact immédiat avec la solution saline. Les surfaces de contact des liquides ont donc remplacé les lames décomposantes, et les éléments, devenus libres, se sont mélangés peu à peu avec les liquides environnants jusqu'aux lames de platine qui ont donné la réaction acide ou alcaline.

« Si dans la capsule positive on met de l'eau pure, dans celle du milieu une solution d'ammoniaque, et dans la capsule négative une solution de sulfate de potasse, la potasse reste dans cette capsule et l'acide est transporté dans la capsule positive, bien qu'il ait traversé une solution d'ammoniaque avec laquelle il forme du sulfate d'ammoniaque qui est décomposé électro-chimiquement. Il n'en est plus ainsi lorsque l'acide ou l'alcali rencontre sur son passage un corps avec lequel l'un ou l'autre forme un composé insoluble, et quand la pile, n'a pas assez d'énergie pour vaincre les affinités qui unissent les éléments de ce dernier; dans ce cas, la combinaison s'effectue, et le corps primitivement séparé, cesse de faire partie du circuit; c'est précisément ce qui arrive quand la capsule du milieu contient un sel à base de baryte, et la capsule négative une solution de sulfate. L'acide sulfurique, en traversant la solution barytique décompose le sel, et forme un sulfate de baryte, qui se précipite. »

Voilà l'électrolyse.

Qu'est-ce maintenant que la catalyse?

Remak a donné ce nom à un ensemble de faits physiques et physiologiques qu'il nous faut maintenant définir et séparer.

Ces phénomènes sont :

1° Transport des liquides et des solides du pôle + au pôle — (cataphorèse) ;

2° Phénomènes cutanés permettant une imbibition cutanée plus rapide et une osmose plus favorable ;

3° Electrolyse tissulaire séparant, au point d'application des pôles, les acides des bases ;

4° Phénomènes de vaso-dilatation des vaisseaux sanguins et lymphatiques, exagération de la nutrition par suite de ce phénomène ;

5° Modification d'excitabilité nerveuse et musculaire.

Les phénomènes physiques constituent à proprement parler la cataphorèse, c'est-à-dire le transport infinitésimal des particules solides dans le sens du courant en même temps que le transport mécanique des liquides. Ce transport a été démontré par la célèbre expérience de Davy qui vit les particules de charbon passer du pôle + au pôle — dans l'arc voltaïque, et par l'expérience de Fusinieri ; mais c'est Porret qui a mis en évidence le transport des liquides par l'expérience suivante :

On prend un vase en verre, partagé en deux compartiments au moyen d'un diaphragme de vessie ; on verse dans chaque compartiment de l'eau ordinaire, puis on y fait passer au moyen de deux lames de platine la décharge d'une pile. L'eau est décomposée lentement, et l'on voit son niveau s'abaisser peu à peu dans le compartiment où

se trouve l'électrode positive et s'élever, au contraire, dans l'autre compartiment.

V. Wittich a vu se produire les mêmes phénomènes, malgré les lois de l'osmose en employant au pôle — une solution d'albumine et au pôle + de l'eau.

L'osmose, on le sait, se produit naturellement sans le secours de l'électricité entre deux liquides dissemblables, le courant osmotique se dirigeant du liquide moins dense vers le liquide plus dense; mais lorsque le pôle positif est placé dans le liquide plus dense et le négatif dans le liquide moins dense, le courant naturel osmotique est renversé.

C'est ce que Porret a appelé l'action cataphorétique du courant voltaïque ou cataphorèse électrique.

Les phénomènes physiologiques consistent :

1° Dans les modifications de la peau, sous l'influence du courant, différentes à l'anode et à la cathode;

2° Dans la vaso-dilatation sanguine et lymphatique;

3° Dans l'augmentation de la facilité d'imbibition des tissus, dans l'accroissement de l'osmose;

4° Dans la modification de l'échange moléculaire et de la nutrition, dans la modification de la disposition moléculaire des tissus, provoquées soit par l'excitation nerveuse, soit par l'électrolyse intime des sels organiques.

Dans cette dernière théorie, l'entrée des médicaments n'aurait lieu qu'au pôle positif et suivant le sens du courant.

A côté de cette question de principe viennent se poser d'autres questions qui, quoique secondaires, n'en ont pas moins une importance réelle et une valeur intrinsèque

considérable : c'est le rôle de la peau et les limites de l'électrolyse des tissus qui sont des points difficiles à fixer.

En admettant la théorie de l'électrolyse, il reste à définir et à fixer le rôle de la peau, à déterminer dans quelles limites le courant fait pénétrer les ions.

S'agit-il d'une imprégnation totale avec combinaisons chimiques nouvelles des sels organiques décomposés ? Bi-électrolyse de M. Foveau (de Courmelles, Côte-d'Or).

La peau se comporte-t-elle comme un vase poreux ou a-t-elle une résistance physiologique spéciale ? Peut-on espérer atteindre les os, les articulations sous-jacentes ?

S'il s'agit de cataphorèse, jusqu'où s'étend le transport des matières ?

Toutes ces questions sont extrêmement délicates et, outre les difficultés inhérentes aux expériences qui n'ont de valeur qu'autant qu'on a agi sur de la peau humaine vivante, et exigent par conséquent des sujets de bonne volonté, on se heurte aussi à des difficultés électro-chimiques tenant à la nature même des sels ou médicaments employés.

En effet, s'il est facile de trouver des corps électro-positifs, des *cathions* inoffensifs, par contre les corps électro négatifs sont presque tous dangereux ou sujets à controverse : ce sont des acides qui brûlent la peau et altèrent son intégrité ou des métalloïdes qui, comme l'iode, le brome notamment, peuvent passer d'eux-mêmes (expériences de Juhl, de Bourget), sans le secours du courant, et on est forcé de chercher des subterfuges pour arriver à une démonstration décisive.

L'action cataphorétique du courant voltaïque a été

souvent utilisée pour introduire des remèdes dans l'organisme à travers les tissus : (Fabre-Palaprat, Onimus, Bardet, Foveau (de Courmelles).

Des expériences pratiquées sur la peau des animaux ont prouvé qu'elle était perméable aux médicaments. L'anode imbibée d'une solution de strychnine, ayant été appliquée sur le tégument d'un lapin, et la cathode placée sur un endroit indifférent, l'animal mourut en quelques minutes (Munk).

Chez l'homme, la quinine et l'iodure de potassium ont été introduits de la sorte et retrouvés dans l'urine ¹.

Le Dr B.-W. Richardson ² écrivit deux articles sur le narcotisme voltaïque en 1859. Il produisit une anesthésie locale avec une solution de morphine à l'anode, au moyen d'un simple courant voltaïque, puis avec de la teinture d'aconit au pôle positif, il obtint l'anesthésie presque complète de l'oreille d'un lapin après avoir en vain essayé d'y arriver avec le courant seul. Par le même procédé, en se servant d'un mélange de teinture d'aconit, d'extrait d'aconit et de chloroforme, il anesthésia la jambe d'un chien assez profondément pour en permettre l'amputation sans douleur apparente.

Le professeur Erb d'Heidelberg ³ rapporte qu'à l'aide du courant voltaïque on est parvenu aisément, dans l'espace de quinze à quarante-cinq minutes, à introduire dans l'économie une quantité assez notable de substances ; à la suite de ces expériences, on constata chez les lapins des crampes

¹ Landois and Sterling, *Physiology*, p. 489.

² *Med. Times and Gazette*, 1859.

³ *Traité d'électrothérapie*, 1884.

produites par la strychnine et on retrouva chez l'homme des traces de quinine ou d'iode dans les urines.

Lauret, dans sa thèse inaugurale ², conclut avec le professeur Regimbeau, que l'absorption cutanée par l'action du courant est un fait indiscutable, du moins pour un certain nombre de substances, mais que les doses sont absorbées dans de faibles proportions.

Adamkiewicz, à l'aide d'un instrument de son invention renfermant du chloroforme, déclara obtenir une anesthésie graduelle avec disparition de la douleur, dans les névralgies les plus rebelles.

Lombroso et Matteini ² obtinrent des résultats analogues.

Le Dr Cagney de Londres rapporte devant la *Harveian Society* (7 novembre 1889), qu'il s'est servi de l'iode et des solutions saturées d'iodure de potassium à l'anode pour la surdité, les paralysies, etc.

Dans le même mois, les D^{rs} Gartner et Erkmann ³ ont présenté une communication à la Société impériale des médecins de Vienne sur les usages cataphorétiques du sublimé corrosif.

Le Dr Peterson conclut de ses expériences, une centaine environ, reproduites avec succès par Garel, médecin des hôpitaux de Lyon ⁴, que l'action cataphorétique du courant voltaïque est hors de doute.

¹ Thèse de Montpellier, 1885.

² *La Riforma medica*, novembre 1886.

³ *Wiener med. Blatter*, novembre 1889.

⁴ Aubert, *Lyon médical*, 1892 et 1893. — Communication au Congrès de dermatologie de Lyon, 1894.

Le D^r Aubert, de Lyon, a démontré encore que le courant active l'absorption cutanée de certains médicaments, atropine, pilocarpine, etc.

Dans une série d'expériences, soit avec l'étincelle électrique, soit avec le courant continu, soit même avec le courant interrompu, le D^r Aubert a démontré :

1° Que les alcaloïdes hydrotiques et anhydrotiques passaient facilement au pôle positif ;

2° Que le médicament ne passait pas à travers un pli cutané, et que par conséquent l'action du courant s'étend à une très faible distance ;

3° Enfin, jamais il n'a pu constater l'absorption au pôle négatif.

Ces recherches extrêmement intéressantes ont été faites avec une précision très grande, grâce à l'emploi de la méthode graphique due à cet auteur, et consistant en une sorte de photographie de la peau par des papiers imprégnés d'une solution de nitrate d'argent.

Récemment Morton¹ est parvenu à faire pénétrer dans les follicules pileux, par l'action d'un courant de 10 à 15 milliampères, des parcelles de graphite, de noir de fumée ou d'encre de Chine, finement pulvérisées et mélangées avec du silicate de soude.

Enfin, Edison communiqua au Congrès international de Berlin du 16 août 1890 les résultats suivants :

Un homme âgé, ayant les jointures des phalanges presque ankylosées, trempa la main malade au pôle positif

¹ *New-York medical Journal*, avril 1891. — Communication à l'Association française pour l'avancement des sciences. (Congrès de Marseille, 20^e section, 7 novembre 1891.)

dans une cuve contenant du carbonate de lithine et l'autre dans une solution de sel ordinaire. En mesurant la main après vingt-cinq heures d'application, on constata une réduction sensible de grosseur et un soulagement considérable de la douleur.

M. Imbert de la Touche, auquel nous avons emprunté l'historique de la cataphorèse, aurait obtenu des résultats analogues.

Signalons les expériences contradictoires de Gauthier et de L. Danion.

Enfin, au dernier Congrès de médecine, tenu à Lyon (nov. 1894), M. Labatut, de Grenoble, et M. Destot, de Lyon, ont rapporté, chacun de son côté, des expériences contradictoires. — Tel est à l'heure actuelle l'état de la question.

En résumé, deux théories restent en présence :

- 1° La théorie de l'électrolyse sur laquelle est venue se greffer la théorie de la biélectrolyse ;
- 2° La théorie de la cataphorèse à laquelle s'est adjointe la théorie de la catalyse.

Nous n'avons pas en vue ici la recherche des effets thérapeutiques si difficiles à interpréter, nous nous bornerons à une étude purement physico-physiologique.

CHAPITRE II

Effets physiologiques du courant continu.

Lorsque l'on applique sur la peau deux électrodes, on observe une série de modifications que nous allons successivement examiner. A l'anode et à la cathode, les effets sont différents.

Déjà Remak dit en 1860 :

« Selon le degré de force du courant, les électrodes humides produisent aux points de contact avec la peau une sensation de chaleur, de rougeur et même un exanthème, lorsque ce contact est continu ou s'il n'a lieu que par de courtes interruptions. La sensation de chaleur et de brûlure se produit sans trace de rougeur, de même aussi qu'il y a souvent rougeur sans sensation de brûlure et de chaleur. Il est donc à peine permis de douter que la sensation de brûlure, de même que celle de fourmillement et de douleur, naît de l'excitation des nerfs sensitifs et non d'une dilatation des vaisseaux sanguins qui ne produit

que la rougeur, comme une expérience sur la peau semble le démontrer.

« Il faut seulement noter ici que la rougeur, c'est-à-dire la dilatation des vaisseaux chez l'homme, est d'autant plus forte et se produit avec d'autant plus de rapidité, que le courant sans être interrompu, subit des oscillations plus grandes et plus souvent répétées.

« On peut aussi au moyen du courant électro-magnétique la produire, mais à un degré inférieur.

« En résumé : la rougeur de la peau ou la dilatation des vaisseaux sanguins est en général proportionnelle à la puissance électrolytique du courant employé ; et dans les oscillations artificielles de courants, elle n'est probablement augmentée que par une modification de la polarisation.

« Il faut dans ces cas prendre en considération la dilatation des vaisseaux sanguins qui a eu lieu jusque dans les parties profondes des tissus.

« On voit se produire, lorsque la rougeur n'apparaît pas, ou quelquefois simultanément avec elle, la chair de poule, c'est-à-dire la proéminence en forme de cônes des follicules pileux, qui se répand alors sur tout le membre frappé par le courant. Ce phénomène, qui chez certaines personnes peut être provoqué par un léger contact ou une compression de la peau, ne mérite pas d'être cité comme étant un effet particulier du courant.

« Après une action de quelques minutes par exemple d'un courant sensible, on voit apparaître au milieu de la rougeur, soit au pôle zinc, soit aux deux pôles à la fois, une éruption passagère. Ces éruptions sont formées par des vésicules, [papules ou] plaques saillantes très prononcées.

« Ce ne sont donc à proprement parler que des exagérations de la chair de poule, c'est-à-dire des modifications des follicules pileux tuméfiés et parfois très confluents, comme dans l'urticaire. Ces éruptions ne se ressemblent jamais aux deux pôles.

Quand le courant a une action plus continue, les ouvertures des follicules pileux sont parfois tellement altérées qu'elles apparaissent comme des trous à l'œil nu.

Nous voyons donc que Remak ne fait pas ressortir la différence des modifications propres à chaque électrode.

Erb l'entrevoit sans préciser.

Erb trouva nettement, après d'autres observateurs, qu'il y a une différence considérable entre les effets produits à l'anode et à la cathode. A l'anode, la peau est sèche, la vaso-dilatation plus vive, la chaleur plus grande, on y constate souvent une rubéfaction durable : à la cathode, au contraire, la peau est épaissie, œdémateuse, boursouflée, blanchâtre : on y constate des éruptions diverses ; elle n'est jamais aussi chaude qu'à l'anode.

Ainsi Remak constate des dilatations glandulaires sans spécifier si elles existent à l'anode ou à la cathode ; Erb distingue nettement les deux pôles et les effets physiologiques qui leur sont propres, mais ne parle pas de dilatations glandulaires. Or, il est un fait extrêmement important que le Dr Destot nous a montré sur différents malades et que nous avons pu constater sur nous même : c'est qu'il se produit à l'anode des dilatations glandulaires énormes au bout d'une séance d'une demi-heure, sous une intensité de 30 MA ; la peau est comme trouée, enfoncée par le courant, en même temps qu'il se produit une vaso dilatation considérable ; à la cathode au con-

traire, il se produit un boursoufflement de la peau, blanchâtre, simulant l'urticaire ; il semble que le courant en sortant entraîne la peau avec lui. C'est là un phénomène qui jusqu'ici n'avait pas été complètement décrit et dont nous n'avons pas trouvé trace dans nos recherches bibliographiques.

Lorsqu'on poursuit, avec des courants d'une intensité plus forte, des recherches sur la peau et surtout si on limite les surfaces de contact, on arrive facilement à détruire la légère couche épidermique ; il se produit alors des phlyctènes, voire même de la gangrène superficielle de la peau. Ces phlyctènes contiennent un liquide différent à l'anode et à la cathode, acide au pôle +, alcalin au pôle — : c'est d'ailleurs sur cette propriété électrolytique qu'est basée l'électropuncture et ses méthodes différentes.

Ces phénomènes ont été bien étudiés par du Bois Reymond en 1856 ; déjà même avant cette époque en 1787, M. de Humboldt avait vu que sous les plaques voltaïques il se produit une sérosité tantôt acide tantôt alcaline : c'est sur cette propriété que M. Foveau (de Courmelles) a édifié sa théorie de la bi-électrolyse : cette théorie se base essentiellement sur la décomposition primaire des liquides organiques, qui mis en contact avec des sels électrolysés fourniraient des sels médicamenteux ; ce qui, par conséquent, en favoriserait l'entrée dans l'organisme. Dans un ouvrage récent de vulgarisation (*Electricité curative*), M. Foveau s'appuie sur trois séries d'expériences qu'il aurait faites, et revendique hautement la paternité de cette méthode.

Voici ses expériences :

« 1° J'enveloppai de peau de poulet un papier incolore

imprégné de cyanure de potassium et à l'extérieur j'appliquai deux tampons imbibés de sulfate de fer reliés aux deux pôles d'une pile ; j'ai obtenu la réaction bleue désirée d'un seul côté et en ligne droite ;

« 2° Une cuve de verre remplie d'eau est inclinée ; à la partie basse se trouve un globule de mercure et le pôle + ; de l'autre côté est le pôle — ; l'on constate au pôle — la présence du mercure, qui malgré sa densité remonte la pente, bravant les lois de la pesanteur ;

« 3° Les sensations gustatives, lorsqu'un médicament est appliqué sur la joue, sont souvent caractéristiques de l'agent thérapeutique employé.

« Pour un médicament KI et une partie morbide, je voyais la formation d'iode naissant, de potassium naissant, la réaction de ces derniers sur les acides et les alcalins qu'isole tout courant continu aux dépens des tissus vivants, la production de caustiques réagissant à leur tour et ainsi de suite : il y avait là un abîme insondable de recherches à faire ; et ce jour-là ma bi-électrolyse existait. »

Dans une autre expérience, M. Foveau infirme l'expérience d'Edison et voici comment :

« Dans une cuve de verre on met une solution saturée de carbonate de lithine et on enveloppe, dans des membranes parcheminées, des cristaux d'oxalate de chaux : on trouve alors après le passage du courant, les membranes vides et un précipité blanc de carbonate de chaux. »

Nous ne ferons qu'une seule objection : c'est que l'électrolyse tissulaire n'exhale ses produits au dehors que dans des conditions exceptionnelles, lorsque l'épiderme est rompu : la bi-électrolyse n'aurait donc lieu que dans ce cas ; mais alors une mouche morphinée ou le moindre

vésicatoire en peut faire tout autant : les expériences sur la peau de poulet ne prouvent rien quant à l'homme ; quant au mercure, tout le monde sait qu'il émet des vapeurs et qu'il suffit de mettre une lame de zinc au-dessus d'une cuve à mercure pour la voir s'amalgamer ; les sensations gustatives étant entièrement subjectives, le contrôle est difficile, surtout lorsque l'on voit que certains électriciens reconnaissent très facilement de cette façon l'anode et la cathode.

Enfin nous discuterons plus loin suffisamment l'expérience d'Edison pour ne pas y insister ici.

Les autres effets physiologiques dus au courant continu ne nous intéressent ici qu'à un point de vue très éloigné ; la question qui nous occupe, en effet, se localise surtout à la peau et nous nous sommes suffisamment étendu sur les modifications qu'y apporte le courant pour ne pas y insister davantage.

Nous verrons d'ailleurs ultérieurement toutes les conclusions que l'on peut tirer des processus que nous venons d'analyser.

CHAPITRE III

Expérimentation.

Il importe avant tout de décrire de quelle façon nous avons opéré, les appareils dont nous nous sommes servis ; car on sait combien sont peu comparables les expériences faites avec des appareils non étalonés.

Le dispositif consiste essentiellement en un réducteur de potentiel permettant de ramener à 0 le courant de la compagnie dont la force électro-motrice est de 110 volts ; ce réducteur en fil de maillechort très fin a 250 tours et une lampe de résistance surajoutée : on peut ainsi faire varier le potentiel par dixième de volt en calculant la lampe convenablement ; un voltmètre ordinaire est en dérivation, et un galvanomètre ordinaire de Gaiffe en tension ; les électrodes plongent dans deux bocalux en verre et sont terminées par des plaques de charbon qui empêchent les réactions secondaires de décomposition ; on met le sel à expérimenter tantôt au pôle + tantôt au

pôle — suivant les effets que l'on recherche : l'ascension du courant se fait d'une façon progressive et insensible ainsi que la descente et l'on atteint ainsi ordinairement une I de 30 M. A. que l'on maintient pendant une demi-heure. Grâce à ce dispositif très simple, on peut facilement opérer, même sur des régions différentes en variant la forme des baignoires : ordinairement les bocalux permettent de recevoir la main et une partie de l'avant-bras ; au membre inférieur, le pied et la partie inférieure de la jambe.

Voici d'ailleurs de quelle façon nos expériences ont été conduites et les résultats qu'elles nous ont donnés.

EXPÉRIENCE I

Le 15 mai, avec le dispositif décrit plus haut, nous avons plongé les avant-bras dans les deux bocalux contenant de l'eau pure et simple : $I = 30 \text{ M. A. V.} = 45$.

Au bout d'une demi-heure on arrête l'expérience, en ayant soin d'augmenter et de diminuer progressivement le courant, comme nous l'avons dit.

On constate toutes les modifications physiologiques sur lesquelles nous avons insisté au chapitre II ; c'est-à-dire :

1° Sensation de cuisson, sensible surtout à la limite du bain et surtout au pôle négatif, faisant place ensuite à une sensation de chaleur intense ; au thermomètre la température locale représentait à l'anode $7/10$ et $3/10$ à la cathode.

2° Vaso-dilatation considérable surtout à l'anode, avec horripilation des poils et béance considérable des glandes :

certaines présentaient un diamètre capable d'admettre une tête d'épingle en laiton. A la cathode, au contraire, la peau est plus sensible et plus irritable; on constate un bouffissement du derme qui est empâté et qui chez nous va jusqu'à l'urticaire : nous avons d'ailleurs suffisamment décrit ces phénomènes et l'importance que nous leur attachons pour ne pas insister davantage, mais nous tenons à rappeler que ces phénomènes ont été décrits pour la première fois par M. le D^r Destot à la Société des Sciences médicales de Lyon en mai 1895, et cet auteur a surtout fixé cette béance glandulaire à l'anode à laquelle jusqu'alors on n'avait pas prêté grande attention.

Les phénomènes que nous venons de décrire se sont reproduits dans le cours de nos autres expériences et sur la plupart des malades traités par le D^r Destot.

EXPÉRIENCE II

Le 16 mai nous avons fait une nouvelle expérience sur nous-même, mais en mettant cette fois une solution de chlorure de lithium à 5 pour 100 au pôle positif, en ayant soin préalablement de laver soigneusement la peau au savon, et de la dégraisser à l'éther : mêmes phénomènes que précédemment.

Examen des urines. — M le professeur Lépine a bien voulu mettre son laboratoire à notre disposition et son chef de travaux chimiques nous a guidé de ses précieux conseils. Nous avons donc procédé à la recherche du lithium de la façon suivante :

Les échantillons d'urine sont calcinés : on détruit la

matière organique par le chlorate de potasse et l'acide chlorhydrique; puis on épuise le charbon avec HCL dilué; on évapore et l'on reprend par un mélange d'éther et d'alcool que l'on évapore à son tour; le lithium transformé en chlorure est alors porté sur la flamme d'un bec Bunsen et examiné au spectroscope: la raie du lithium apparaît nettement en rouge dans le champ observé. Dans cette deuxième expérience, trois échantillons d'urine ont été examinés six heures, douze heures, vingt-quatre heures après la séance d'électrisation : *résultat négatif*.

Trente heures seulement après le début de l'expérience la raie commence à apparaître (je suis brun et M. le D^r Destot attribue à cet état particulier le retard de l'apparition observé). Dans les quarante-huit heures qui suivirent, l'examen pratiqué à plusieurs reprises fut toujours positif et la raie du lithium alla en s'accroissant: le troisième jour elle commença à décroître et le quatrième jour l'examen fut négatif.

EXPÉRIENCE III

Malade dû à l'obligeance de M. le D^r Drivon : Hystérique n'ayant jamais absorbé de lithine et n'ayant subi aucune électrisation. Dégraissage de la peau : les deux mains sont plongées dans des bœufs, mais on met le chlorure de lithium au pôle négatif; nos recherches ne décèlent pas la moindre trace de lithine.

EXPÉRIENCE IV

M. Destot se met au bain dans les mêmes conditions ; chlorure de lithium au pôle —. Immédiatement après la séance, onction sur l'avant-bras du pôle + de pommade à l'acide salicylique selon la formule de Bourget, de Lausanne.

Les premières urines émises quatre heures après présentaient une double réaction : d'une part décelant l'acide salicylique et d'autre part le lithium. L'absorption avait donc été considérablement accélérée : le troisième échantillon d'urine émis douze heures après l'expérience ne donnait lieu à aucune réaction.

EXPÉRIENCE V

Malade du service de M. le chirurgien A. Polosson, rhumatisme chronique : mêmes observations que dans l'expérience II, la raie du lithium apparaît vingt-quatre heures après la séance d'électrisation et se trouve ensuite comme dans mon expérience personnelle.

: Tels sont les résultats que nous avons obtenus avec la lithine : ils confirment d'une façon absolue les observations antérieures publiées par le D^r Destot au Congrès de médecine.

Dans un autre ordre d'idées, nous avons expérimenté

avec l'iodure de potassium, cherchant à nous rendre compte du passage de ce métalloïde électro-négatif.

Les résultats se décomposent en deux séries :

1° Essais d'absorption au pôle —

2° Essais d'absorption au pôle +

La première remarque à faire est que l'iodure pénètre sans avoir besoin de l'adjuvant électrique, et c'est une objection que l'on peut faire à beaucoup d'expériences positives; au contraire, si l'iodure passe au pôle + malgré ses affinités électro-chimiques opposées, il nous a semblé avoir de cette façon un criterium absolu de l'existence réelle de la cataphorèse.

Voici nos expériences :

EXPÉRIENCE I

Malade, dû à l'obligeance de M. A. Polosson, atteint de rhumatisme chronique de la hanche. Solution de K I à 5 pour 100 au pôle négatif. $I = 30$ MA. Six heures après : analyse d'urines légères traces d'iode qui persistent pendant quatre heures.

EXPÉRIENCE II

Femme hystérique due à l'obligeance de M. Drivon.

Solution K I à 5 pour 100 pôle négatif.

Légères traces d'iode dans les urines six heures après.

EXPÉRIENCE III

Malade du service du professeur Bondet atteint d'irritation spéciale.

Solution iodurée *au pôle +*

Rien dans les urines.

EXPÉRIENCE IV

M. le D^r Destot se soumet à la même expérience.

Rien dans les urines.

Il résulte de ces faits que l'iodure passe au pôle +, contrairement à l'opinion émise par M. Destot à la suite des expériences d'Yvon ; mais il passe en plus petite quantité et est plus vite absorbé que la lithine.

Outre ces expériences nous avons essayé avec du protochlorure de fer et nous avons remarqué un tatouage révélateur au pôle + montrant par la réduction le mode d'absorption par les glandes cutanées qui apparaissent ainsi colorées en brun tandis que l'épiderme lui-même n'est pas coloré. Malheureusement la recherche des sels de fer dans l'urine pour des quantités aussi minimes présente des difficultés insurmontables.

CHAPITRE IV

Remarques

D'une part les différents auteurs que nous avons signalés, Edison, Labatut et Destot ont bien démontré l'absorption réelle du lithium.

Si Gauthier ne l'a pas retrouvé dans les urines, cela tient à ce que ses recherches n'ont porté que sur des urines de vingt-quatre heures, alors que le lithium se montre toujours plus tard.

L. Danion est tombé dans la même erreur.

Il est donc certain que l'évolution, pour ainsi dire cyclique, de la lithine dans les urines, ne saurait admettre d'objection. Cette évolution cyclique même constitue au point de vue physiologique un élément de grande valeur puisqu'elle nous permet de juger et d'apprécier le mode de pénétration diadermique, et de tirer des conclusions importantes de l'absorption lithinique.

En effet il s'écoule un temps variable entre le moment

de l'électrisation et le moment de l'élimination ; temps qui dépend de la nature du médicament employé, si bien, que par ce procédé d'introduction diadermique, on n'observe pas les mêmes délais que par une autre méthode d'absorption.

En effet si l'on emploie la voie gastrique ou hypodermique les médicaments employés se retrouvent rapidement : c'est ainsi que, si l'on donne 2 grammes d'iodure de potassium en potion, la réaction se montre dans les urines au bout d'une demi-heure et disparaît en deux heures et demie à trois heures (thèse de Chauvet). Si l'on absorbe de l'acide salicylique, sa réaction apparaît dans les mêmes délais. Enfin pour la lithine, que l'on emploie le carbonate ou le chlorure, les premières traces du médicament apparaissent trois quarts d'heure à une heure après l'absorption, pour disparaître ensuite très rapidement.

Il en est de même par la méthode hypodermique, et si l'on fait une piqûre avec la seringue de Pravaz contenant 0 gr. 005 de chlorure de lithium, dans la peau de l'avant-bras, une heure après le médicament apparaît dans les urines et disparaît au bout de deux heures.

Le temps de l'absorption montre donc que, si d'un côté les voies gastrique et hypodermique sont plus rapides, en revanche, l'élimination se fait avec la même rapidité. Il n'en est plus de même avec la voie diadermique, et c'est là que se montre bien le rôle prépondérant de la peau : il résulte en effet des expériences de Bourget que l'acide salicylique apparaît dans un minimum d'une heure et demie après l'onction, et des expériences de Destot que nous avons contrôlées et vérifiées, il résulte que la lithine se

montre seulement au bout de vingt-quatre heures ; même avec le secours de l'acide salicylique, elle n'apparaît qu'au bout de quatre heures. Enfin l'iodure seul apparaît au bout de six heures.

La peau a donc tamisé et retenu le principe, et si comme le veulent certains auteurs, Foveau (de Courmelles), Labatut, il s'était agi, soit de bi-électrolyse avec combinaison secondaire avec les sels organiques, ou d'imprégnation totale, fatalement les sels se seraient montrés d'une façon beaucoup plus hative dans les urines.

Les mêmes remarques s'appliquent à l'élimination qui est lente et retardée par la peau : la lithine qui pour une séance d'électrisation met quatre jours à s'éliminer en est une preuve manifeste. Nous ne parlons pas de l'acide salicylique, ni de l'iodure, corps essentiellement instables et diffusibles, mais le fer est lui-même très démonstratif, puisque son tatouage peut se retrouver trois semaines après une seule séance d'électrisation : il y a donc une échelle d'absorption diadermique en rapport avec son état de diffusibilité.

Dans les expériences de Jullien avec le mercure, on retrouve, pour un seul badigeonnage, le mercure pendant quatre jours dans les urines, alors que le métal n'a commencé à apparaître qu'au bout de six heures (*loc. cit.*).

La voie diadermique possède donc des qualités bien spéciales et bien caractéristiques, dépendant de la nature du médicament employé et de l'affinité propre de la peau pour chaque sel employé.

La *qualité* de la peau joue aussi un rôle : les bruns n'absorbent pas aussi facilement que les blonds. D'autre part, Bourget a bien montré l'influence du sexe, de l'âge

et de la région sur laquelle on opère : ce sont là des facteurs accessoires sur lesquels nous n'insisterons pas davantage.

Tout autre est la question du mécanisme intime de l'absorption. Les opinions émises à ce sujet sont toutes subordonnées aux questions physiologiques que nous venons d'examiner. Ainsi que nous avons dit dans notre premier chapitre, la question se résume en cinq opinions physico-physiologiques : électrolyse, bi-électrolyse, électrolyse anormale, cataphorèse et catalyse.

Ces cinq opinions, se résument elles-mêmes en deux théories principales ; l'électrolyse et la cataphorèse.

ÉLECTROLYSE

Que les sels en solution dans un bain électrique soient décomposés par le courant cela ne fait aucun doute, et il suffit d'avoir vu jaunir une solution de KI au pôle positif pour être convaincu.

Tout autre est la question d'absorption de la peau : nous avons vu que M. Foveau avait revendiqué depuis longtemps la priorité de la bi-électrolyse : M. Labatut revendique aussi la priorité de ce mécanisme, mais en le baptisant d'un nom nouveau : « La transmission des ions à travers l'organisme ». Après avoir longuement discuté les opinions d'Hittorf et Almeida, de Pouillet, etc., sur l'électrolyse anormale, M. Labatut a de nouveau invoqué comme mode de pénétration une théorie chimique qui constitue un processus exactement semblable à celui décrit par M. Foveau. Il n'y a entre ces deux théories que la

terminologie qui diffère : c'est du moins ce qui résulte d'un article paru dans les *Archives d'électricité médicale*, du 15 février 1895.

La théorie de Foveau et de Labatut se résume ainsi : les sels organiques sont décomposés par le courant, et il se produit des acides à l'anode et des alcalins à la cathode. Si on met ces éléments en présence d'un sel décomposé, il se produira une combinaison suivant les affinités chimiques connues, c'est-à-dire au pôle + combinaison de la base avec les acides organiques, et *vice versa* au pôle —. Nous avons montré que la production des acides et des alcalis organiques n'allait pas sans une destruction de la barrière épidermique, et que dès lors le moindre vésicatoire suffisait à produire les mêmes effets : or, toute la question est justement dans l'intégrité de la peau.

Une expérience de Legros et Onimus donnait une consécration remarquable à ces auteurs. Chez le rat, en faisant une injection de KI, en appliquant les deux pôles on trouvait à l'anode la coloration bleue par une solution d'amidon. M. A. Pollosson, M. Destot ont repris l'expérience sur un cancer du sein : il s'agissait d'une femme présentant un squirrhe de la mamelle gauche. On lui fit absorber deux heures avant le bain électrique 4 grammes d'iodure de potassium fractionnés en deux parties, si bien qu'au moment du bain les urines présentaient la réaction iodique : l'anode consistait en une vaste plaque englobant tout le sein : séance d'une demi-heure ; $I = 40 \text{ MA}$. Immédiatement après, amputation du sein par M. Pollosson, et recherche par M. Porteret, pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu, de l'iode. Dans la partie amputée, traitée par l'acide nitrique, on ne peut déceler aucune trace

d'iode, non plus que sur une coupe histologique pratiquée : l'urine présentait cependant la réaction iodique au moment de l'intervention. A quoi attribuer ce résultat négatif ? Le rat est un petit animal chez lequel le courant ne perd pas sa densité, tandis que chez l'homme les traînées du courant se diffusent et perdent bientôt toute action ; ainsi que l'a fort bien montré Erb, le courant s'évanouit immédiatement après son entrée dans des directions variées et perd ses qualités de densité primitive.

Un autre argument contre le passage des médicaments à une grande profondeur et contre une action électrique éloignée peut se tirer des expériences d'Aubert qui n'a jamais pu faire passer de part en part un alcaloïde à travers un pli cutané d'une faible épaisseur.

Enfin, ce qui démontre péremptoirement que les médicaments sont seulement stipés dans la peau et qu'il ne s'agit que d'une galvanoplastie externe pour ainsi dire, c'est le cycle physiologique de l'absorption du lithium que nous avons déjà indiqué. S'il y avait combinaison chimique, on devrait trouver la lithine très rapidement dans les urines : pourquoi ce délai de vingt-quatre heures ?

Nous avons montré qu'une injection de 0^{gr}001 dans des régions aussi éloignées apparaît deux heures après dans les urines : si donc on obtenait une combinaison chimique quelconque suivant la théorie de la bi-électrolyse, la lithine devrait apparaître dans le même délai. D'autre part, comment expliquer ces quatre jours nécessaires à l'élimination totale, si ce n'est par une filtration lente de la peau ? Que dire enfin de l'apparition de l'érythème lithinique et de l'engrèvement salin de l'épiderme qui refuse de laisser passer toute la quantité de lithine

dont on l'a chargé ; s'il y avait imprégnation totale d'un membre, la décharge aurait lieu plus rapidement et serait plus considérable, et la balance s'établirait vite entre l'apport et l'élimination. Or, il n'en est rien.

Il faut donc bien admettre que, sous l'influence du courant continu, il se produit une dilatation glandulaire grâce à laquelle les tubes se gorgent de substance saline, qui secondairement passe dans l'organisme par un simple phénomène d'osmose.

Dans l'expérience d'Edison, on a tiré du résultat thérapeutique obtenu des conclusions touchant l'action de la lithine sur les tophi, et les théories chimiques ont trouvé là beau jeu : mais il n'est rien moins que prouvé que cette action sur la goutte soit due au lithium, et voici des expériences qui tendent à le démontrer.

Lorsqu'on saisit le tophus entre les pôles en trempant le tout dans une solution saturée de chlorure de lithium, le tophus reste stable et supporte facilement tout le courant de la compagnie, soit 110 volts et 5 à 6 ampères.

D'autre part, si l'on met un tophus dans la cuisse d'un lapin, suivant l'expérience de M. Labatut, on voit le tophus diminuer ; mais une cheville d'ivoire en fait tout autant, et on ne peut invoquer ici que ces influences physiologiques mal connues que Remak appelle catalyse, et dues au seul courant continu.

En résumé, la théorie de l'électrolyse ne s'appuie sur aucun fait certain, il est facile de démontrer que les sels qui sont absorbés ne le sont qu'en quantité très petite ; que leur absorption est lente, cyclique et dépend uniquement du nombre des glandes de la peau ; que la qualité de la peau joue un rôle considérable suivant sa pigmen-

tation, la région sur laquelle on opère, l'âge, le sexe, etc. ; qu'il est impossible d'admettre l'imprégnation totale d'un membre, car au delà d'une certaine capacité physiologique, les glandes se refusent à toute nouvelle absorption et réagissent par des folliculites et différentes inflammations ; que l'électrolyse tissulaire ne s'étend pas loin (Aubert, Legros et Onimus), et qu'on ne saurait invoquer ce processus qui n'existe que lorsqu'il se produit des phlyctènes, lorsque par conséquent la peau est détruite et le point en litige par là même supprimé.

Les conclusions que l'on peut tirer pour la thérapeutique sont très discutables, et M. Labatut l'a tellement bien compris que, sous l'influence des docteurs Porte et Jourdanet, il est revenu à une opinion plus modérée, dans son dernier article des *Archives d'électricité médicale*, du 15 février 1895.

CATAPHORÈSE

Cette opinion physique ne satisfait pas mieux l'esprit que la première, car elle ne tient pas compte du rôle physiologique de la peau ; s'il y a entraînement de particules solides sous l'influence du courant, ces particules sont arrêtées par la même barrière épidermique que nous avons vu exister pour l'électrolyse ; mais on ne comprend pas mieux l'absorption dans cette théorie que dans l'autre.

Nous pensons que l'introduction diadermique des médicaments est avant tout et surtout une question de dialyse qui rentre dans cette grande classe de phénomènes osmotiques depuis longtemps décrits. L'électricité ne joue qu'un

rôle accessoire dans ces phénomènes d'absorption diadermique : le courant continu prépare le terrain en provoquant toutes les réactions physiologiques catalytiques sur lesquelles nous avons longuement insisté ; de plus, il pousse devant lui jusqu'aux extrêmes limites des glandes les produits salins dont est chargé le bain, soit au pôle + soit au pôle —. C'est là tout son rôle : le phénomène intime d'absorption dépend de la nature intime des sels, de la qualité de la peau et de ses affinités particulières.

Au point de vue pratique, ce mode d'absorption ne saurait avoir une importance aussi considérable qu'on veut bien le dire, en raison de la faible quantité de sel absorbé et de la lenteur de l'absorption. Les succès thérapeutiques enregistrés sont beaucoup plus imputables aux qualités trophiques du courant continu.

A part certains alcaloïdes extrêmement actifs, qui peuvent agir principalement *in situ*, l'introduction diadermique des médicaments sous l'influence de la tension électrique ne saurait avoir une grande valeur thérapeutique.

CONCLUSIONS

Il résulte de tous ces faits que l'absorption diadermique sous tension électrique est indiscutable. Le seul point en litige est le mécanisme de cette absorption.

Dans tout le courant de cette étude, nous avons montré l'opposition qui existait entre toutes les théories.

Après nos expériences, il nous faut maintenant conclure et arriver à une opinion rationnelle.

Il est certain que l'électrolyse existe dans les bains contenant les différentes solutions que nous avons indiquées, mais va-t-elle plus loin? Le fait est au moins douteux. Il résulte en effet de nos expériences que, quel que soit le sel employé, il ne s'est jamais montré dans les urines qu'après un temps beaucoup plus considérable qu'avec les autres méthodes, soit hypodermique, soit gastrique; que la peau est une membrane dialysante

vivante avec ses affinités particulières, et que c'est elle qui, en somme, joue le plus grand rôle.

Facilement pénétrable à l'acide salicylique, à l'iode, aux corps volatils en général, elle devient au contraire difficile à traverser par les corps plus stables, tels que la lithine, le fer et les autres métaux. Nous ne saurions trop le répéter, c'est elle dont le rôle est prépondérant.

Le courant continu jette contre elle, soit au pôle + soit au pôle — des corps qui s'y accolent comme les bulles de gaz sur une lame d'accumulateur; de là ces corps sont repris par la voie de dialyse.

On ne saurait légitimement tirer des effets thérapeutiques observés des conclusions sur l'action propre des médicaments employés, et cette introduction diadermique n'a de valeur thérapeutique que pour des sels extrêmement actifs; les autres effets sur la nutrition en général sont beaucoup plus imputables au courant continu qu'au sel employé.

Vu, bon à imprimer :

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
SOULIER

Vu, bon à imprimer

LE DOYEN,
LORTET

Vu, bon et permis d'imprimer :

LE RECTEUR,
EM. CHARLES.

TABLE

PRÉFACE	5
CHAPITRE PREMIER. — Définition du sujet et historique . .	9
CHAPITRE II. — Effets physiologiques du courant continu. .	22
CHAPITRE III. — Expérimentation	28
CHAPITRE IV. — Remarques	35
Electrolyse.	38
Cataphorèse	42
CONCLUSIONS	45

